

Кариометрические и электронно-микроскопические исследования темных и светлых клеток коры надпочечника у млекопитающих

А. Г. Ульянов, П. М. Торгун
 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», Воронеж, Россия

Целью настоящего исследования является сравнительное изучение темных и светлых клеток корковой паренхимы надпочечных желез у млекопитающих на световом и электронно-микроскопическом уровнях.

Материал и методы. Проведены кариометрические и электронно-микроскопические исследования надпочечных желез 9 видов млекопитающих: *Vulpes vulpes* (лисицы), *Vulpes lagopus* (песца), *Canis familiaris* (собаки), *Martes zibellina* (соболя), *Mustela vison* (норки), *Enhydra lutris* (каланы); *Castor fiber* (речного бобра); *Callorhinus ursinus* (морского котика); *Ovis aries* (барана). Серийные парафиновые срезы окрашивали гематоксилином и эозином, железным гематоксилином, азаном по Гейденгайну, применяли ШИК-реакцию, окраску трихром-ШИК и тетрахром-ШИК. РНК выявляли реакцией Браше и галлоцианином по Эйнарсону. Для выявления липидов замороженные срезы окрашивали суданом III+IV, суданом черным. Определяли количество темных и светлых клеток в коре надпочечника норки в различные сезоны года. На электронных микрофотографиях при подсчитывали количество липидных капель и митохондрий в пучковой зоне коры надпочечника.

Результаты. В коре надпочечных желез млекопитающих присутствуют темные и светлые клетки. Темные клетки по мере накопления суданофильных веществ превращаются в светлые клетки, которые при дальнейшем накоплении липидов претерпевают деструктивные изменения. Обнаруживаются так же темные гибнущие клетки коры надпочечника, характеризующиеся уплотнением цитоплазмы, пикнозом ядер, накоплением желто-бурового пигмента. Темные клетки имеют более крупные ядра, дают более интенсивную реакцию на РНК и кетостероиды и являются более активными секреторными клетками по сравнению со светлыми адренокортикоцитами. Электронномикроскопически в темных клетках выявляется большое количество митохондрий и в значительном количестве присутствуют липидные капли. Светлые клетки содержат много липидных включений и мало митохондрий.

Ключевые слова: надпочечник, темные и светлые клетки, липидные капли, митохондрии, площадь ядер, ядерно-цитоплазматическое отношение.

© A. G. Ul'yanov, P. M. Torgun, 2018

Voronezh Emperor Peter I State Agrarian University, Voronezh, Russia

Karyometric and Electron Microscopic Studies of Dark and Light Cells of the Adrenal Cortex in Mammals

The purpose of this study is a comparative study of dark and light cells of cortical parenchyma of the adrenal glands in mammals using light and electron microscopy.

Material and methods. Cariometric and electron microscopic studies of the adrenal glands of 9 mammalian species have been carried out: *Vulpes vulpes* (fox), *Vulpes lagopus* (arctic fox), *Canis familiaris* (dog), *Martes zibellina* (sable), *Mustela vison* (mink), *Enhydra lutris* (sea ape); *Castor fiber* (river beaver); *Callorhinus ursinus* (fur seal); *Ovis aries* (sheep). Serial paraffin sections were stained with hematoxylin and eosin, iron hematoxylin, Heidenheim azan, the PAS-reaction was used, the color of the trichrome-PAS and the tetrachromium-PAS. RNA was detected by the reaction of Brashe and gallocyanin by Einarsson. For the detection of lipids, frozen sections were stained with Sudan III + IV, Black Sudan. The number of dark and light cells in the cortex of the adrenal mink in different seasons was determined. On electron micrographs, the amount of lipid droplets and mitochondria in the fascicle of the adrenal cortex was counted.

Results. In the cortex of the adrenal glands of mammals, dark and light cells are present. Dark cells, as far as accumulation of sudanophilic substances are converted into light cells, which with further accumulation of lipids undergo destructive changes. Also found are the dark dying cells of the adrenal cortex, characterized by densification of the cytoplasm, pycnosis of nuclei, accumulation of yellow-brown pigment. Dark cells have larger nuclei, give more intense reaction to RNA and ketosteroids and are more active secretory cells compared to light adrenocorticotocytes. Electron microscopy in dark cells reveals a large number of mitochondria and a significant amount of lipid droplets are present. Light cells contain many lipid inclusions and few mitochondria.

Key words: adrenal gland, dark and light cells, lipid drops, mitochondria, area of nuclei, nuclear-cytoplasmic ratio.

Введение

Несмотря на наличие чрезвычайно обширной научной информации, касающейся надпочечных желез, до настоящего времени вопрос о темных и светлых клетках коры над-

почечника остается спорным и запутанным. Одним из авторов этой статьи еще в 70-е годы прошлого столетия [10] была дана детальная характеристика темных и светлых клеток коры надпочечника на светооптическом уровне. Несмотря на ряд работ иностранных ученых

[12, 13, 15], в отечественной литературе [1–3, 5, 6, 8, 14] не имеется достаточного объема данных об электронно-микроскопических исследованиях темных и светлых клеток в различных зонах надпочечных желез млекопитающих. Не проводились сравнительные исследования темных и светлых клеток в световом и электронном микроскопах. Не определены критерии секреторной активности темных и светлых клеток коры надпочечника, не отражены взаимоотношения между темными и светлыми клетками коры надпочечника при различных функциональных состояниях корковой паренхимы надпочечных желез.

Целью настоящего исследования является сравнительное изучение темных и светлых клеток корковой паренхимы надпочечных желез у млекопитающих на световом и электронно-микроскопическом уровнях.

Материал и методы исследования

Проведены кариометрические и электронно-микроскопические исследования надпочечных желез 9 видов млекопитающих: *Vulpes vulpes* (лисицы), *Vulpes lagopus* (песца), *Canis familiaris* (собаки), *Martes zibellina* (соболя), *Mustela vison* (норки), *Enhydra lutris* (каланы); *Castor fiber* (речного бобра); *Callorhinus ursinus* (морского котика); *Ovis aries* (барана).

Для световой микроскопии фрагменты надпочечных желез фиксировали в жидкостях Штиве, Буэна, Ценкера и в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Серийные парафиновые срезы окрашивали гематоксилином и эозином, железным гематоксилином, азаном по Гейденгайну, применяли ШИК-реакцию, окраску трихром-ШИК и тетрахром-ШИК. РНК выявляли реакцией Браше и галлоцианином по Эйнарсону [4]. Материал, фиксированный в 10% растворе нейтрального формалина, использовали для изучения липидов. Замороженные срезы толщиной 10–15 мкм исследовали в поляризационном микроскопе, окрашивали суданом III+IV, суданом черным.

С помощью винтового окуляр-микрометра измеряли диаметр ядер в клубочковой, пучковой и сетчатой зонах (по 100 измерений для каждой зоны, для одного животного). С помощью планиметра определяли площадь темных и светлых клеток коры надпочечника. Вычисляли ядерно-цитоплазматическое отношение в темных и светлых клетках коркового вещества надпочечника. Определяли количество темных и светлых клеток в коре надпочечника норки в различные сезоны года (15–20 полей зрения для каждого животного при ув. $\times 1350$).

Для электронной микроскопии образцы надпочечных желез из различных зон (клубочковой, пучковой и сетчатой) фиксировали в 2.5% глютаровом альдегиде на 0.1 М

S-коллидиновом буфере при pH=7.3. Последующую фиксацию материала осуществляли в 1% осмиевом фиксаторе. Материал обезвоживали в ацетоне возрастающей крепости и заключали в эпоксидную смолу эпон-812. Срезы готовили на ультрамикротомах БС-490 и ЛКБ-4800. Полученные срезы контрастировали ураниласетатом и цитратом свинца. Ультратонкие срезы изучали в электронном микроскопе «Тесла БС-500». На электронных микрофотограммах при увеличении $\times 6000$ подсчитывали количество липидных капель и митохондрий в пучковой зоне коры надпочечника. Для каждого животного подсчет производили в 15–20 темных и светлых клетках пучковой зоны корковой паренхимы надпочечника.

Результаты площади ядер и клеток обрабатывали с применением параметрического t-критерия Стьюдента, так как в этих случаях распределения величин удовлетворяли двум обязательным условиям применения t-критерия Стьюдента (распределения в группах сравнения подчинялись нормальному закону распределения и имели равные генеральные дисперсии). Мы использовали выражение $M \pm m$, где M – средняя арифметическая, m – ошибка средней арифметической. Различия между средними показателями сравниваемых групп рассматривались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0.001$.

Результаты подсчета количества темных и светлых клеток в клубочковой, пучковой и сетчатой зонах коры надпочечника обрабатывали с помощью непараметрического Т-критерия Уайта [7, 9, 11]. Распределения численности различных типов клеток в коре надпочечника не имели нормального распределения и не было выявлено равенства дисперсий в сравниваемых группах. Определяли критерий Т фактический и критерий Т критический (стандартный). Последний находили по таблицам [7, 9, 11]. При уровне значимости $p < 0.05$ нулевая гипотеза отвергалась и различия рассматривались как статистически значимые.

Результаты подсчета количества митохондрий и липидных капель так же обрабатывали с помощью непараметрического Т-критерия Уайта [7, 9, 11].

Результаты и их обсуждение

В коре надпочечных желез темные и светлые клетки хорошо выявляются в обычных гистологических препаратах после окраски гематоксилином-эозином (рис. 1).

Темные и светлые клетки содержатся в клубочковой, пучковой и сетчатой зонах и количественное соотношение их периодически изменяется.

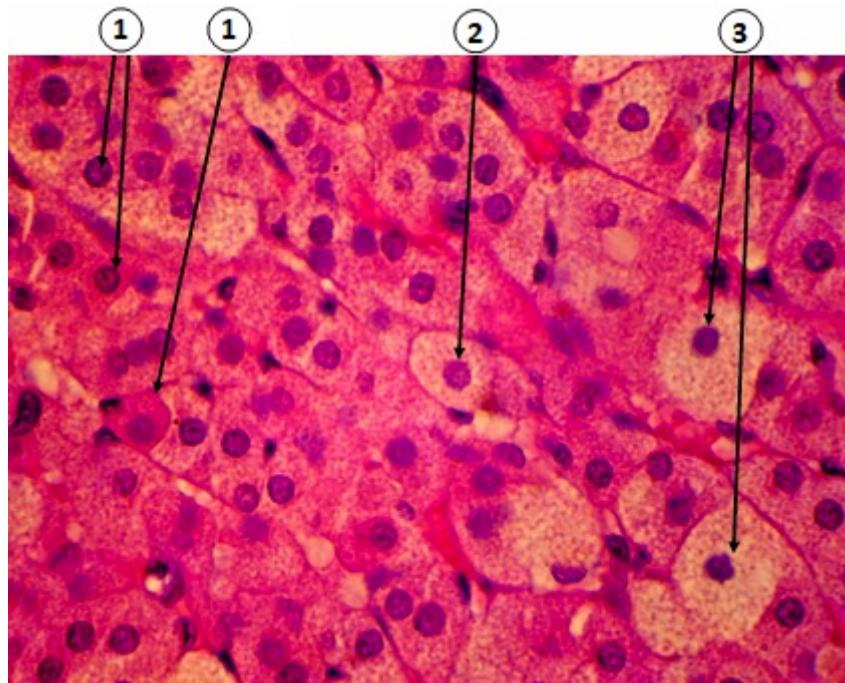


Рис. 1. Темные и светлые клетки пучковой зоны коры надпочечника. Обозначения: 1 – темные клетки; 2 – переходные клетки; 3 – светлые клетки спонгиоциты. Фиксация: жидкость Штиве, окраска гематоксилином и эозином. Об. 40, ок. 15.

Таблица 1
Площадь ядер темных и светлых клеток коры надпочечника норки, (мкм^2)

Клетки	Клубочковая зона	Пучковая зона	Сетчатая зона
Темные	30.1 ± 0.19	31.4 ± 0.22	27.3 ± 0.21
Светлые	$26.1 \pm 0.17^*$	$27.4 \pm 0.21^*$	$25.5 \pm 0.24^*$

Примечание: * – $p < 0.001$.

Таблица 2
Площадь темных и светлых клеток коры надпочечника норки, (мкм^2)

Клетки	Клубочковая зона	Пучковая зона	Сетчатая зона
Темные	153.3 ± 1.29	165.8 ± 1.32	113.3 ± 1.31
Светлые	$274.2 \pm 1.47^*$	$286.4 \pm 1.41^*$	$292.5 \pm 1.52^*$

Примечание: * – $p < 0.05$.

Темные клетки, находящиеся в состоянии высокой секреторной активности, отличаются большой величиной, содержат крупные ядра и ядрышки, дают резко положительную реакцию на кетостероиды, РНК и содержат умеренное количество липидных включений.

Светлые клетки характеризуются большей величиной, имеют светлую вакуолизированную цитоплазму, заполненную суданофильным материалом. Они содержат мало РНК и много липидов.

Как показали кариометрические исследования темных и светлых клеток коры надпочечника в различных зонах (табл. 1), площадь ядер светлых клеток статистически значимо меньше площади ядер темных клеток. Особенно значительное уменьшение площади ядер светлых клеток (13.3%) отмечено в пучковой и клубочковой зонах.

При анализе площади темных и светлых клеток (табл. 2) выявляется другая закономерность. Светлые клетки во всех зонах коры надпочечника отличаются более крупными размерами по сравнению с площадью темных клеток. Различия статистически значимы

($p < 0.05$). Особенno выраженная гипертрофия светлых клеток выявлена в сетчатой зоне (табл. 2), в которой площадь светлых клеток превышает площадь темных клеток более чем в два раза.

Увеличение площади светлых клеток связано с интенсивным накоплением в цитоплазме этих клеток суданофильных липидов, однако реакция на кетостероиды слабая, площадь ядер этих клеток значительно уменьшается, концентрация РНК снижается и все выше перечисленные признаки отражают снижение секреторной активности светлых клеток. Между темными и светлыми клетками обнаруживаются переходные формы клеток, которые имеют более вакуолизированную светлую цитоплазму, умеренно заполненную суданофильными включениями.

Интересные данные получены при определении ядерно-цитоплазматического отношения в темных и светлых клетках коры надпочечника (табл. 3). Этот показатель в темных клетках клубочковой и пучковой зонах почти не изменяется, некоторое увеличение ядерно-цитоплазматического отношения (до 0.31) выявлено в темных клетках сетчатой

Ядерно-цитоплазматическое отношение в темных и светлых клетках коры надпочечника норки

Клетки	Клубочковая зона	Пучковая зона	Сетчатая зона
Темные	0.24	0.23	0.31
Светлые	0.10	0.11	0.09

Количество темных и светлых клеток (%) в пучковой зоне коры надпочечника норки в различные сезоны года

Сезон года	Темные клетки	Светлые клетки
Зима	64.5	35.5
Весна	46.3	53.7
Лето	15.5	84.5
Осень	57.6	42.4

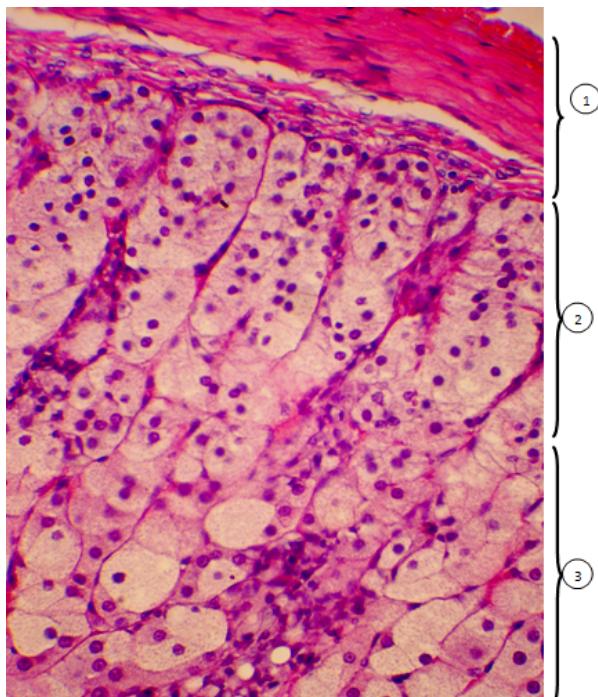


Рис. 2. Кора надпочечника норки. Обозначения: 1 – капсула, 2 – клубочковая зона (границы клубочковой зоны выражены слабо), 3 – пучковая зона. Во всех зонах преобладают светлые клетки (спонгиоциты). Многие из них претерпевают энзимовую дистрофию. Фиксация: жидкость Штиве, окраска Трихром-ШИК. Об. 40, ок. 15.

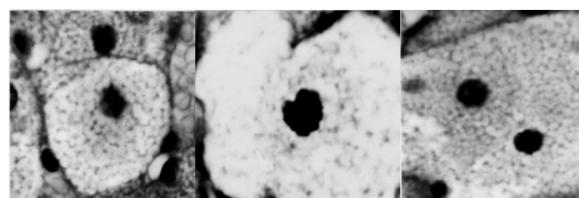


Рис. 3. Деструктивные изменения светлых клеток в коре надпочечника норки. Фиксация: жидкость Штиве, окраска железным гематоксилином Гейденгайна. Об. 90, ок. 15.

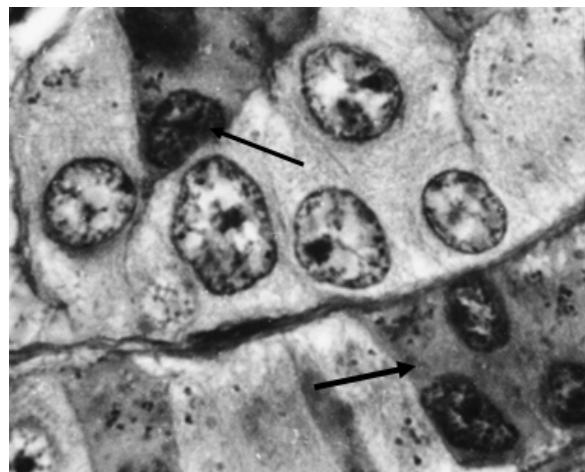


Рис. 4. Темные апоптотические клетки (отмечены стрелками). Фиксация: жидкость Штиве, окраска железным гематоксилином Гейденгайна. Об. 90, ок. 15.

зоны. Во всех зонах коры надпочечника ядерно-цитоплазматическое отношение в светлых клетках резко уменьшается и варьирует от 0.09 до 0.11 (табл. 3).

Численность темных и светлых клеток (%) в пучковой зоне коры надпочечника норки в различные сезоны года (табл. 4) претерпевает значительные изменения. Количество темных клеток увеличивается осенью и зимой. Весной и особенно летом численность этих клеток уменьшается. Увеличение численности светлых клеток отмечено летом (84.5%) и весной (53.7%). В некоторых надпочечных железах кора надпочечника полностью состоит из светлых клеток (рис. 2), многие из которых претерпевают деструктивные изменения.

Светлые клетки, чрезмерно насыщенные липоидами, всегда претерпевают деструктивные изменения (рис. 3), о чем свидетельствует прогрессирующий пикноз ядер,

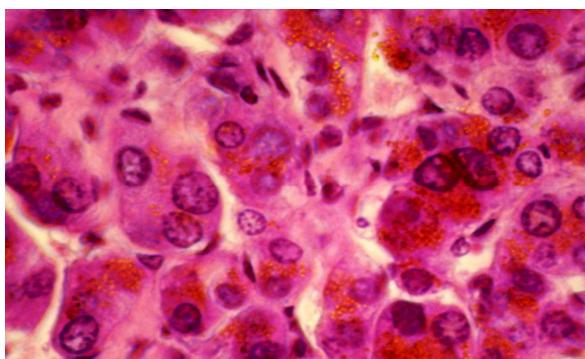


Рис. 5. Пигментные включения в клетках сетчатой зоны. Фиксация: жидкость Штиве, окраска трихром-ШИК. Об. 90, ок. 15.

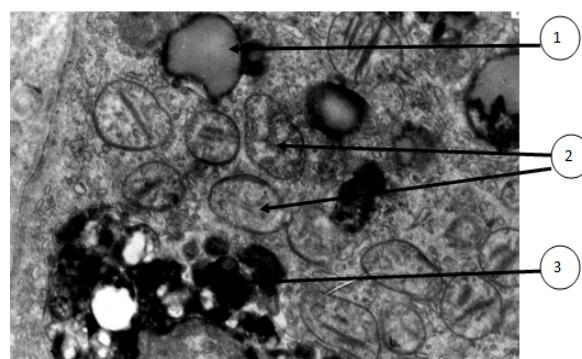


Рис. 6. Электронная микроскопия пигментных включений коры надпочечника. Обозначения: 1 – липидная капля, 2 – митохондрии, 3 – пигментные включения. Ув. 12000.

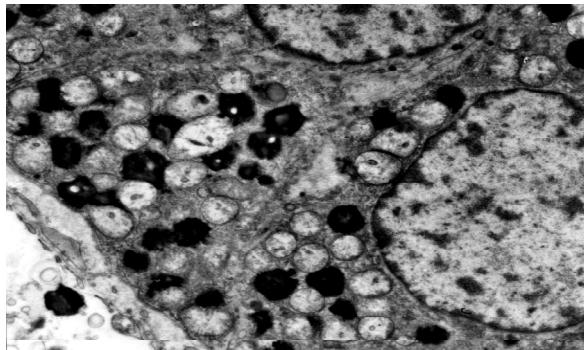


Рис. 7. Электронная микроскопия темных (слева) и светлых (справа) клеток коры надпочечника северного морского котика. В темных клетках преобладают округлые митохондрии, в светлых клетках видны многочисленные липидные капли (мелкие и крупные) и единичные митохондрии. В темных клетках крупные липидные капли отсутствуют. Ув. 6000.

Таблица 5

Количество митохондрий и липидных капель в темных и светлых клетках пучковой зоны коры надпочечника морского котика

Клетки	Митохондрии	Липидные капли
Темные клетки	16.3	8.6
Светлые клетки	5.4*	14.7*

Примечание: * – $p < 0.05$ (непараметрический критерий Уайта).

грубая вакуолизация цитоплазмы, полное исчезновение РНК и кетостероидов. В конечном итоге светлые клетки в состоянии жировой дистрофии уничтожаются с помощью макрофагов. Эти клетки следует рассматривать не как секретирующие элементы в конечной фазе секреции, а как необратимую форму клеток коры надпочечника, утративших секреторную функцию.

Деструкции подвергаются также темные клетки, которые на светооптическом уровне хорошо выявляются в паренапаратах, окрашенных железным гематоксилином Гейденгайна (рис. 4).

В цитоплазме темных гибнущих клеток накапливается желто-бурый пигмент, особенно часто обнаруживаются темные гибнущие клетки с пигментными включениями в сетчатой зоне (рис. 5, 6).

Электронномикроскопические исследования темных и светлых клеток показали (рис. 7), что в цитоплазме этих клеток определяются митохондрии и электронноплотные

липидные капли, количество которых сильно изменяется (табл. 5).

В светлых клетках уменьшается численность митохондрий и увеличивается количество липидных капель (табл. 5). Различия статистически значимы ($p < 0.05$).

Заключение

На основе вышеизложенного можно заключить, что в коре надпочечных желез млекопитающих присутствуют темные и светлые клетки. Темные клетки по мере накопления суданофильтральных веществ превращаются в светлые клетки, которые при дальнейшем накоплении липидов претерпевают деструктивные изменения. Обнаруживаются так же темные гибнущие клетки коры надпочечника, характеризующиеся уплотнением цитоплазмы, пикнозом ядер, накоплением желто-бурового пигмента. Темные клетки имеют более крупные ядра, дают более интенсивную реакцию на РНК и кетостероиды и являются более

активными секреторными клетками по сравнению со светлыми адренокортикоцитами. Электронномикроскопически в темных клетках выявляется большое количество митохондрий и в значительном количестве присутствуют липидные капли. Светлые клетки содержат много липидных включений и мало митохондрий.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Алексеева Н. Т., Кварацхелия А. Г. Модифицирующее действие антиоксиданта α-токоферола на надпочечные железы хронически алкоголизированных крыс. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013; 5: 156–158.
2. Грибанов О. Г. Возрастная динамика морфометрических показателей коркового вещества надпочечников пятнистого оленя. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013; 8(106): 89–93.
3. Кварацхелия А. Г., Клочкова С. В., Никитиук Д. Б., Алексеева Н. Т. Структурная реорганизация коры надпочечников при пероральной принудительной алкогольной интоксикации в сочетании с введением витамина Е. Журнал анатомии и гистопатологии. 2014; 3(1): 27–32.
4. Кисели Д. Практическая микротехника и гистохимия. Будапешт: Изд-во АН Венгрии; 1962. 382.
5. Колтыюкова Н. В. Морфологические изменения надпочечника при адаптации к многократным индивидуально дозированным физическим нагрузкам. Морфология. 1997; 111(2): 79–83.
6. Кузнецова А. В., Шевченко Б. П. Морфометрия надпочечников оренбургской пуховой козы в постнатальном онтогенезе. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005; 2(6): 30–32.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.; 1980. 291.
8. Магомедов Г.-Г. Р., Атагимов М. З. Морфология надпочечника в постнатальном онтогенезе у овец дагестанской горной породы. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010; 29: 101–103.
9. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М.; 1961. 503.
10. Торгун П. М. Структура и гистофункциональные показатели коры надпочечника норки. Доклады Академии наук СССР. 1967; 174(4): 961–964.
11. Урбах В. Ю. Биометрические методы. М.; 1964. 415.
12. Ray P. K. Stabilization of the remaining adrenal gland following unilateral adrenalectomy. A light- and electron-microscopic study in the rat. Acta Anat (Basel). 1980; 108(2): 208–225.
13. Sricharoenvej S., Boonprasop S., Lanlua P., Piyawinijwong S., Niyomchan A. Morphological and microvascular changes of the adrenal glands in streptozotocin-induced long-term diabetic rats. Ital J Anat Embryol. 2009; 114(1): 1–10.
14. Buzueva I. I., Fil'yushina E. E., Shmerling M. D., Markel A. L., Yakobson G. S. Chromogranin location in the adrenal glands of ISIAH rats. Bull Exp Biol Med. 2013; 154(3): 393–399.
15. Vukovic S., Lucic H., Zivkovic A., Duras Gomercic M., Gomercic T., Galov A. Histological structure of the adrenal gland of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) from the Adriatic Sea. Anat Histol Embryol. 2010; 39(1): 59–66. doi: 10.1111/j.1439-0264.2009.00981.x

References

1. Alexeeva N.T., Kvaratskheliya A.G. Modifitsiruyushchee deistvie antioksidanta α-tokoferola na nadpochechnye zhelezy khronicheski alkogolizirovannykh krys [Modifying effect of α-tocopherol antioxidant on adrenal glands of chronically alcoholized rats]. International Journal of Applied and Fundamental Research. 2013; 5: 156–158 (in Russian).
2. Gribanov O.G. Vozrastnaya dinamika morfometricheskikh pokazatelei korkovogo veshchestva nadpochechnikov pyatnistogo olenya [Age related dynamics of morphometric indices of adrenal cortex of spotted deer]. Bulletin of Altai State Agricultural University. 2013; 8(106): 89–93 (in Russian).
3. Kvaratskheliya A.G., Klochkova S.V., Nikityuk D.B., Alekseeva N.T. Strukturnaya reorganizatsiya kory nadpochechnikov pri peroral'noi prinuditel'noi alkogol'noi intoksikatsii v sochetanii s vvedeniem vitamina E [Structural Reorganization of the Adrenal Cortex in Action of Oral Alcohol Intoxication in Conjunction with the Introduction of Vitamin E]. Journal of Anatomy and Histopathology. 2014; 3(1): 27–32 (in Russian).
4. Kiseli D. Prakticheskaya mikrotehnika i histokhimiya [Practical microtechnology and histochemistry]. Budapest: Publishing house of the Academy of Sciences of Hungary; 1962. 382 (in Russian).
5. Kol'tyukova N.V. Morfologicheskie izmeneniya nadpochechnika pri adaptatsii k mnogokratnym individual'no dozirovannym fizicheskim nagruzкам [Morphological changes of the adrenal gland during adaptation to multiple individually dosed physical loads]. Morfologiya. 1997; 111(2): 79–83 (in Russian).
6. Kuznetsov A.V., Shevchenko B.P. Morfometriya nadpochechnikov orenburgskoi pukhovoi kozy v postnatal'nom ontogeneze [Morphometry of suprarenal glands of the Orenburg «pukhovaya» goat in postnatal ontogenesis]. News of the Orenburg State Agrarian University. 2005; 2(6): 30–32 (in Russian).
7. Lakin G. F. Biometriya [Biometrics]. Moscow; 1980. 291 (in Russian).
8. Magomedov G.-G.R., Atagimov M.Z. Morfologiya nadpochechnika v postnatal'nom ontogeneze u ovets dagestanskoi gornoi porody [Morphology of the adrenal gland in postnatal ontogenesis in the Dagestan mountain sheep breed]. News of the Orenburg State Agrarian University. 2010; 29: 101–103 (in Russian).
9. Snedekor Dzh.U. Statisticheskie metody v primenenii k issledovaniyam v sel'skom khozyaistve i biologii [Statistical methods applied to research in

- agriculture and biology]. Moscow; 1961. 503 (in Russian).
10. Torgun P.M. Struktura i gistogramaticheskie po-kazateli kory nadpochechnika norki [Structure and histogenetically indicators of adrenal cortex of mink]. Reports of the Academy of Sciences of the USSR. 1967; 174(4): 961–964 (in Russian).
 11. Urbakh V.Yu. Biometricheskie metody [Biometric methods]. Moscow; 1964. 415 (in Russian).
 12. Ray P.K. Stabilization of the remaining adrenal gland following unilateral adrenalectomy. A light- and electron-microscopic study in the rat. *Acta Anat (Basel)*. 1980; 108(2): 208–225.
 13. Sricharoenvej S., Boonprasop S., Lanlua P., Piyawinijwong S., Niyomchan A. Morphological and microvascular changes of the adrenal glands in streptozotocin-induced long-term diabetic rats. *Ital J Anat Embryol*. 2009; 114(1): 1–10.
 14. Buzueva I.I., Filyushina E.E., Shmerling M.D., Markel A.L., Yakobson G.S. Chromogranin loca-
 - tion in the adrenal glands of ISIAH rats. *Bull Exp Biol Med*. 2013; 154(3): 393–539.
 15. Vukovic S., Lucic H., Zivkovic A., Duras Gomercic M., Gomercic T., Galov A. Histological structure of the adrenal gland of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) from the Adriatic Sea. *Anat Histol Embryol*. 2010; 39(1): 59–66. doi: 10.1111/j.1439-0264.2009.00981.x

Сведения об авторах

Ульянов Андрей Григорьевич – доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I». 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1. E-mail: agu16@mail.ru

Торгун Петр Макарович – д-р. ветеринар. наук, профессор кафедры анатомии и хирургии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I». 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1. E-mail: torguon@veterin.vsau.ru

Поступила в редакцию 6.07.2018 г.

Для цитирования: Ульянов А.Г., Торгун П.М. Кариометрические и электронно-микроскопические исследования темных и светлых клеток коры надпочечника у млекопитающих. Журнал анатомии и гистопатологии. 2018; 7(3): 61–67. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-3-61-67.

For citation: Ul'yanov A.G., Torgun P.M. Karyometric and electron microscopic studies of dark and light cells of the adrenal cortex in mammals. Journal of Anatomy and Histopathology. 2018; 7(3): 61–67. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-3-61-67.